

**BEST AVAILABLE COPY****PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**

(11)Publication number : 2000-246896

(43)Date of publication of application : 12.09.2000

(51)Int.CI.

B41J 2/045

B41J 2/055

B41J 2/16

(21)Application number : 11-054448

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

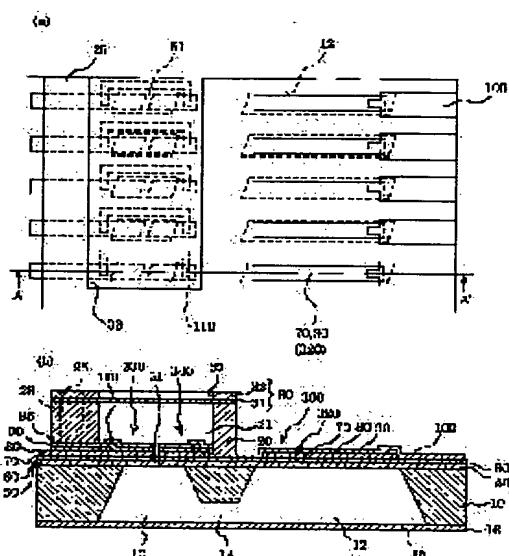
(22)Date of filing : 02.03.1999

(72)Inventor : TAKAHASHI TETSUJI

**(54) INK JET RECORDING HEAD AND INK JET RECORDER****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an ink jet recording head and an ink jet recorder which can eject ink constantly with good ejection characteristics.

**SOLUTION:** A substrate 20 for defining a reservoir 21 communicating with each pressure generating chambers 12 to supply ink thereto is bonded to a position not facing a piezoelectric element 300 on same side as the piezoelectric element 300 of a channel forming substrate 10 and a section 13 communicating with the pressure generating chambers 12 through an ink supply path 51 is provided in a region facing the reservoir 21 of the channel forming substrate 10. Second cantilever piezoelectric elements 330, 340 being driven independently from the piezoelectric element 300 to choke a part of the ink supply path 51 is provided in a region facing the ink supply path 51 and regulates the size of the ink supply path 51 by driving the second piezoelectric elements 330, 340.



[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] It is prepared in the one direction of the passage formation substrate with which the pressure generating room which is open for free passage to a nozzle orifice is formed, and said passage formation substrate through a diaphragm. At least A bottom electrode, In the ink jet type recording head possessing the piezoelectric device which has a piezo electric crystal layer and an upper electrode While the reservoir formation substrate which forms the reservoir which is open for free passage with said pressure generating room in the location which does not counter, and supplies ink to each pressure generating room is joined, said piezoelectric device of said passage formation substrate, and the piezoelectric device concerned by the side of the same field The free passage section which is open for free passage in said pressure generating room is prepared in the field which counters said reservoir of said passage formation substrate. Said piezoelectric device is an ink jet type recording head characterized by being prepared so that the 2nd piezoelectric device of the shape of a cantilever driven independently [ way / which opens said reservoir and said free passage section for free passage / ink supply free passage ] may take up said a part of ink supply free passage way [ at least ].

[Claim 2] The ink jet type recording head characterized by preparing the 2nd piezoelectric device of a pair in said ink supply free passage way in claim 1 so that each point may carry out phase opposite.

[Claim 3] Said pressure generating room and said free passage section are an ink jet type recording head characterized by being open for free passage through the ink supply way where passage is narrow in claim 1 or 2.

[Claim 4] The ink jet type recording head to which said free passage section is characterized by being prepared in the longitudinal direction edge of said pressure generating room of the opposite side with said nozzle orifice in claim 3.

[Claim 5] Said 2nd piezoelectric device of the field which sets they to be [ any of claims 1-4 ], and counters said reservoir is an ink jet type recording head characterized by being covered with the insulator layer.

[Claim 6] It is the ink jet type recording head which sets they to be [ any of claims 1-5 ], and is characterized by driving said 2nd piezoelectric device in order to control the flow passage area of said ink supply free passage way.

[Claim 7] It is the ink jet type recording head which has a detection means to detect the environmental temperature near [ said ] the ink supply free passage way, in claim 6, and is characterized by driving said 2nd piezoelectric device based on the detection result of said detection means.

[Claim 8] The ink jet type recording head characterized by setting they being [ any of claims 1-7 ], forming said pressure generating room in a silicon single crystal substrate of anisotropic etching, and forming each class of said piezoelectric device by membrane formation and the lithography method.

[Claim 9] The ink jet type recording device characterized by providing which ink jet type recording head of claims 1-8.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JP0 and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

## [Detailed Description of the Invention]

## [0001]

[Field of the Invention] This invention constitutes a part of nozzle orifice which carries out the regurgitation of the ink droplet, and pressure generating room open for free passage from a diaphragm, prepares a piezoelectric device through this diaphragm, and relates to the ink jet type recording head and ink jet type recording device which make an ink droplet breathe out with the variation rate of a piezoelectric device.

## [0002]

[Description of the Prior Art] A part of nozzle orifice which carries out the regurgitation of the ink droplet, and pressure generating room open for free passage are constituted from a diaphragm, and two kinds are put in practical use by the ink jet type recording head which makes this diaphragm transform by the piezoelectric device, and the ink of a pressure generating room is pressurized [ recording head ], and makes an ink droplet breathe out from a nozzle orifice although what used the electrostrictive actuator in the longitudinal-oscillation mode elongated and contracted, and the electrostrictive actuator in flexurally oscillating mode were used for the shaft orientations of a piezoelectric device.

[0003] The former can change the volume of a pressure generating room by making the end face of a piezoelectric device contact a diaphragm, and while manufacture of the head suitable for high density printing is possible, a piezoelectric device is made in agreement with the array pitch of a nozzle orifice, the difficult process of carving in the shape of a ctenidium, and the activity which positions the piezoelectric device which was able to be carved in a pressure generating room, and is fixed are needed, and it has the problem that a production process is complicated.

[0004] On the other hand, the green sheet of piezoelectric material is stuck according to the configuration of a pressure generating room, a certain amount of area is needed for a diaphragm at the comparatively easy process of calcinating this, on the relation using flexural oscillation of what can fix a piezoelectric device, and the latter has the problem that a high density array is difficult.

[0005] On the other hand, that it should cancel un-arranging [ of the latter recording head ], what formed the piezoelectric device so that might continue on the surface of [ whole ] a diaphragm, a uniform piezoelectric-material layer might be formed with a membrane formation technique, this piezoelectric-material layer might be carved into the configuration corresponding to a pressure generating room by the lithography method and it might become independent for every pressure generating room is proposed so that JP,5-286131,A may see.

[0006] There is an advantage it not only can fix a piezoelectric device by the simple technique of the lithography method precisely, but that the activity which sticks a piezoelectric device on a diaphragm becomes unnecessary according to this, and can make thickness of a piezoelectric device thin and a high-speed drive is attained.

[0007] Moreover, in such an ink jet type recording head, generally the reservoir used as the ink room where each pressure generating room is common is formed, and ink is supplied to each pressure generating room from this reservoir. Moreover, between this reservoir and a pressure generating room, an end is opened for free passage by the pressure generating room, and the ink

supply way where passage is narrower than a pressure generating room is formed, and passage resistance of the ink which flows into a pressure generating room by this ink supply way is held uniformly.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the ink flow rate is adjusted by the above structures in the magnitude of an ink supply way. Therefore, since the magnitude of an ink supply way is fixed, it has the problem that the regurgitation property of requests, such as an ink rate and ink discharge quantity, is acquired only under predetermined drive conditions.

[0009] This invention makes it a technical problem to offer the ink jet type recording head and ink jet type recording device which can carry out the regurgitation of the ink in an always good ink regurgitation property in view of such a situation.

[0010]

[Means for Solving the Problem] The passage formation substrate with which the pressure generating room which the 1st mode of this invention which solves the above-mentioned technical problem opens for free passage to a nozzle orifice is formed. In the ink jet type recording head possessing the piezoelectric device of said passage formation substrate which is prepared in a field through a diaphragm on the other hand, and has a bottom electrode, a piezo electric crystal layer, and an upper electrode at least. While the reservoir formation substrate which forms the reservoir which is open for free passage with said pressure generating room in the location which does not counter, and supplies ink to each pressure generating room is joined, said piezoelectric device of said passage formation substrate, and the piezoelectric device concerned by the side of the same field. The free passage section which is open for free passage in said pressure generating room is prepared in the field which counters said reservoir of said passage formation substrate. Said piezoelectric device is in the ink jet type recording head characterized by being prepared so that the 2nd piezoelectric device of the shape of a cantilever driven independently may take up said a part of ink supply free passage way [ at least ] on the ink supply free passage way which opens said reservoir and said free passage section for free passage.

[0011] In this 1st mode, by driving the 2nd piezoelectric device and deforming the point of a cantilever, the area which takes up an ink supply free passage way can be changed, and a flow passage area can be adjusted.

[0012] The 2nd mode of this invention is in the ink jet type recording head to which the 2nd piezoelectric device of a pair is characterized by being prepared so that each point may carry out phase opposite on said ink supply free passage way in the 1st mode.

[0013] In this 2nd mode, the point of the 2nd piezoelectric device of a cantilever-like pair can deform by drive, and the flow passage area of an ink supply free passage way can be adjusted in the large range.

[0014] The 3rd mode of this invention has said pressure generating room and said free passage section in the ink jet type recording head characterized by being open for free passage through the ink supply way where passage is narrow in the mode of the 1st or 2.

[0015] In this 3rd mode, since the ink supply free passage way is established in a different location from a pressure generating room, the bad influence to the ink regurgitation can be prevented.

[0016] The 4th mode of this invention has said free passage section in the ink jet type recording head characterized by being prepared in the longitudinal direction edge of said pressure generating room of the opposite side with said nozzle orifice in the 3rd mode.

[0017] In this 4th mode, with a nozzle orifice, since the ink supply free passage way is established in the distant location, the bad influence to the ink regurgitation can be prevented certainly.

[0018] Said 2nd piezoelectric device of the field where the 5th mode of this invention counters said reservoir in which 1-4th modes is in the ink jet type recording head characterized by being covered with the insulator layer.

[0019] In this 5th mode, ink is intercepted by the 2nd piezoelectric device with the exterior, and the defect of the 2nd piezoelectric device in ink can be prevented.

[0020] The 6th mode of this invention has said 2nd piezoelectric device in the ink jet type recording head characterized by driving in order to control the flow passage area of said ink supply free passage way in which 1-5th modes.

[0021] In this 6th mode, the pressure of the pressure generating interior of a room by the drive of a piezoelectric device can be adjusted, and an ink regurgitation rate and discharge quantity can be adjusted.

[0022] The 7th mode of this invention has a detection means to detect the environmental temperature near [ said ] the ink supply free passage way, in the 6th mode, and said 2nd piezoelectric device is in the ink jet type recording head characterized by driving based on the detection result of said detection means.

[0023] In this 7th mode, according to change of the viscosity of the ink accompanying environmental temperature, the flow passage area of an ink supply free passage way is adjusted, and the ink droplet of always uniform magnitude is breathed out.

[0024] The 8th mode of this invention is in the ink jet type recording head characterized by forming said pressure generating room in a silicon single crystal substrate of anisotropic etching, and forming each class of said piezoelectric device by membrane formation and the lithography method in which 1-7th modes.

[0025] In this 8th mode, the ink jet type recording head which has the nozzle orifice of high density can be manufactured in large quantities and comparatively easily.

[0026] The 9th mode of this invention is in the ink jet type recording device characterized by providing the ink jet type recording head of which 1-8th modes.

[0027] In this 9th mode, the ink jet type recording device which improved the dependability of a head is realizable.

[0028]

[Embodiment of the Invention] This invention is explained at a detail based on an operation gestalt below.

[0029] (Operation gestalt 1) Drawing 1 is the \*\*\*\*\* Fig. showing the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 1 of this invention, and drawing 2 is the top view and sectional view of drawing 1.

[0030] The passage formation substrate 10 consists of a silicon single crystal substrate of field bearing (110) with this operation gestalt so that it may illustrate. As a passage formation substrate 10, a thing with a thickness of about 150-300 micrometers is used, and about 180-280 micrometers of things with a thickness of about 220 micrometers are usually more desirably suitable desirably. This is because an array consistency can be made high, maintaining the rigidity of the septum between adjoining pressure generating rooms.

[0031] One field of the passage formation substrate 10 turns into an effective area, and the elastic membrane 50 with a thickness of 1-2 micrometers which consists of diacid-ized silicon beforehand formed by thermal oxidation is formed in the field of another side.

[0032] On the other hand, by carrying out anisotropic etching of the silicon single crystal substrate, the pressure generating room 12 divided by two or more septa 11 is installed crosswise, the free passage section 13 is formed in the longitudinal direction end section side of each pressure generating room 12, respectively, and the effective area of the passage formation substrate 10 is open for free passage through each pressure generating room 12 and the ink supply way 14. This free passage section 13 is a junction room for connecting the pressure generating room 12 with the reservoir 21 formed in the reservoir formation substrate mentioned later through the ink supply way 14.

[0033] If anisotropic etching is immersed in alkali solutions, such as KOH, a silicon single crystal substrate here It is eaten away gradually and nothing, and the above-mentioned (110) field and the 2nd field (111) which makes the include angle of about 35 degrees appear the 1st field (111) perpendicular to a field (110), this 1st field (111), and the include angle of about 70 degrees.

(110) It is carried out using the property in which the etching rate of a field (111) is about 1/180 as compared with the etching rate of a field. By this anisotropic etching, precision processing can be performed on the basis of depth processing of the shape of the 1st two field (111) and a parallelogram formed in respect of [ slanting / two ] the 2nd (111), and the pressure generating

room 12 can be arranged to high density.

[0034] The long side of each pressure generating room 12 is formed, and the shorter side is formed in respect of the 2nd (111) in respect of the 1st (111) with this operation gestalt. This pressure generating room 12 is formed by etching until it penetrates the passage formation substrate 10 mostly and reaches elastic membrane 50. Here, elastic membrane 50 has the very small amount invaded by the alkali solution which etches a silicon single crystal substrate. Moreover, each ink supply way 14 which is open for free passage at the end of each pressure generating room 12 is formed more shallowly than the pressure generating room 12 by etching a silicon single crystal substrate in the thickness direction to the middle (half etching). In addition, half etching is performed by adjustment of etching time.

[0035] Moreover, to the effective area side of the passage formation substrate 10, the nozzle plate 16 in which the nozzle orifice 15 which is open for free passage in the opposite side was drilled has fixed through adhesives, a heat joining film, etc. in the ink supply way 14 of each pressure generating room 12. In addition, a nozzle plate 16 consists of crystallized glass which thickness is 0.1–1mm, and coefficient of linear expansion is 300 degrees C or less, for example, is 2.5–4.5 [x10<sup>-6</sup>/degree C], or stainless steel. A nozzle plate 16 covers the whole surface of the passage formation substrate 10 extensively in respect of one side, and also achieves the duty of the back up plate which protects a silicon single crystal substrate from an impact or external force.

[0036] Here, the magnitude of the pressure generating room 12 which gives an expulsion-of-an-ink-droplet pressure to ink, and the magnitude of the nozzle orifice 15 which carries out the regurgitation of the ink droplet are optimized according to the amount of the ink droplet which carries out the regurgitation, regurgitation speed, and a regurgitation frequency. For example, when recording 360 ink droplets per inch, it is necessary to form a nozzle orifice 15 with a sufficient precision for the diameter of dozens of micrometers.

[0037] Moreover, the free passage section 13 opened for free passage by each pressure generating room 12 of the passage formation substrate 10 and the reservoir 21 of the reservoir formation substrate 20 are opened for free passage by the ink supply free passage way 51 established in the field which counters the free passage section 13, and ink is distributed to each free passage section 13 from a reservoir 21 through this ink supply free passage way 51, and is further supplied to the pressure generating room 12 through the ink supply way 14.

[0038] The reservoir formation substrate 20 has the reservoir 21 which is the common ink room of two or more pressure generating rooms 12, and is joined by the location which does not counter the piezoelectric-device 300 side of the passage formation substrate 10 in this piezoelectric device 300. Moreover, this reservoir 21 penetrates the reservoir formation substrate 20 in the thickness direction, is formed covering the side-by-side installation direction of the pressure generating room 12, and is opened for free passage with the free passage section 13 of the passage formation substrate 10 through the ink supply free passage way 51 as mentioned above.

[0039] Furthermore, the compliance substrate 30 which consists of closure film 31 and a stationary plate 32 is joined to this reservoir formation substrate 20. Here, the closure film 31 consists of an ingredient (for example, polyphenylene sulfide (PPS) film whose thickness is 6 micrometers) with which rigidity has flexibility low, and the closure of the one direction of a reservoir 21 is carried out with this closure film 31. Moreover, a stationary plate 32 is formed with hard ingredients (for example, stainless steel whose thickness is 30 micrometers (SUS)), such as a metal. Since the field which counters the reservoir 21 of this stationary plate 32 serves as the opening 33 completely removed in the thickness direction, on the other hand, the closure of it is carried out only by the closure film 31 of a reservoir 21 by which a field has flexibility, and it is deformable by change of internal pressure.

[0040] Moreover, on the compliance substrate 30 by the side of the longitudinal direction abbreviation central outside of this reservoir 21, the ink inlet 25 for supplying ink is formed from ink supply means, such as an ink cartridge, and the ink installation way 26 which opens the ink inlet 25 and the side attachment wall of a reservoir 21 for free passage is established in the reservoir formation substrate 20. And ink is supplied to a reservoir 21 from an ink supply means

through these ink inlet 25 and the ink installation way 26.

[0041] On the other hand, with the effective area of the passage formation substrate 10, on the elastic membrane 50 of the opposite side, laminating formation is carried out in the process which thickness mentions [ thickness ] later with the bottom electrode layer 60 which is about 0.2 micrometers, and the upper electrode layer 80 which is about 0.1 micrometers mentions [ the piezo electric crystal film 70 which is about 1 micrometer, and thickness ] later, and the piezoelectric device 300 is constituted. Here, a piezoelectric device 300 says the part containing the bottom electrode layer 60, the piezo electric crystal film 70, and the upper electrode layer 80. Generally, one electrode of the piezoelectric devices 300 is used as a common electrode, every pressure generating room 12, patterning of the electrode and the piezo electric crystal film 70 of another side is carried out, and they are constituted. And it consists of one of the electrodes and the piezo electric crystal film 70 by which patterning was carried out here, and the part which a piezo-electric distortion produces by impression of the electrical potential difference to two electrodes is called piezo electric crystal active section 320. Although the bottom electrode layer 60 is used as the common electrode of a piezoelectric device 300 and the upper electrode layer 80 is used as the individual electrode of a piezoelectric device 300 with this operation gestalt, it is convenient even if reverse [ in this ] on account of a drive circuit or wiring. In the case of which, the piezo electric crystal active section will be formed for every pressure generating room. Moreover, the diaphragm which a variation rate produces by the drive of a piezoelectric device 300 and the piezoelectric device 300 concerned is set, and an electrostrictive actuator is called here. In addition, although elastic membrane 50 and the bottom electrode layer 60 act as a diaphragm, you may make it a bottom electrode layer serve as elastic membrane in the example mentioned above.

[0042] Moreover, in the ink supply free passage way 51 which opens the reservoir 21 of the reservoir formation substrate 20, and the free passage section 13 of the passage formation substrate 10 for free passage, the 2nd piezoelectric device 330 and 340 of a pair is formed so that a part of this ink supply free passage way [ at least ] 51 may be taken up. The 2nd piezoelectric device 330 and 340 of these pairs is for adjusting the opening area of the ink supply free passage way 51, and with this operation gestalt, it is prepared in the field which counters the ink supply free passage way 51 along with the longitudinal direction of a piezoelectric device 300 at the shape of a cantilever so that each point may carry out phase opposite at the predetermined spacing.

[0043] Here, the process which forms a piezoelectric device 300, the 2nd piezoelectric device 330, and 340 grades on the passage formation substrate 10 which consists of a silicon single crystal substrate is explained, referring to drawing 3 and drawing 4.

[0044] First, as shown in drawing 3 (a), the elastic membrane 50 which oxidizes thermally the wafer of the silicon single crystal substrate used as the passage formation substrate 10 with about 1100-degree C diffusion furnace, and consists of diacid-ized silicon is formed.

[0045] Next, as shown in drawing 3 (b), the bottom electrode layer 60 is formed by sputtering. As an ingredient of the bottom electrode layer 60, platinum etc. is suitable. The below-mentioned piezo electric crystal film 70 which this forms with the sputtering method or a sol-gel method is because it is necessary to make it calcinate and crystallize at the temperature of about 600-1000 degrees C under an atmospheric-air ambient atmosphere or an oxygen ambient atmosphere after membrane formation. That is, when conductivity must be able to be held under such an elevated temperature and an oxidizing atmosphere and titanic-acid lead zirconate (PZT) is especially used as piezo electric crystal film 70, as for the ingredient of the bottom electrode layer 60, it is desirable for there to be little conductive change by diffusion of lead oxide, and platinum is suitable for it from these reasons.

[0046] Next, as shown in drawing 3 (c), the piezo electric crystal film 70 is formed. With this operation gestalt, spreading desiccation was carried out, the so-called sol which dissolved and distributed the metal organic substance at the solvent was gelled, and it formed using the so-called sol-gel method which obtains the piezo electric crystal film 70 which consists of a metallic oxide by calcinating at an elevated temperature further. As an ingredient of the piezo electric crystal film 70, when the ingredient of a titanic-acid lead zirconate system uses it for an ink jet

type recording head, it is suitable. In addition, especially the membrane formation approach of this piezo electric crystal film 70 is not limited, for example, may be formed by the sputtering method.

[0047] Furthermore, the approach of carrying out crystal growth at low temperature with the high-pressure approach in the inside of an alkali water solution after forming the precursor film of titanic-acid lead zirconate by the sol-gel method or the sputtering method may be used.

[0048] Next, as shown in drawing 3 (d), the upper electrode layer 80 is formed. The upper electrode layer 80 can use a metal, a conductive oxide, etc. of many, such as aluminum, gold, nickel, and platinum, that what is necessary is just a conductive high ingredient. With this operation gestalt, platinum is formed by sputtering.

[0049] Next, as shown in drawing 4 (a), while etching only the piezo electric crystal film 70 and the upper electrode layer 80 and carrying out patterning of the piezoelectric device 300 to the field corresponding to each pressure generating room 12, patterning of the 2nd piezoelectric device 330 and 340 is carried out to the field corresponding to each free passage section 13. Furthermore, the ink supply free passage way 51 is formed by removing the bottom electrode layer 60 of the perimeter of the 2nd piezoelectric device except the fixed-end section of a cantilever, and elastic membrane 50 by patterning between the 2nd piezoelectric device 330 and 340.

[0050] Subsequently, as shown in drawing 4 (b), the insulator layer 90 is formed so that the periphery section of the upper electrode layer 80 of a piezoelectric device 300 and the 2nd piezoelectric device 330 and 340 and the side face of the piezo electric crystal film 70 may be covered.

[0051] Next, as shown in drawing 4 (c), patterning of a part of insulator layer 90 of the longitudinal direction edge of the upper electrode layer 80 of the piezo electric crystal active section 320 is carried out, and contact hole 90a is formed. Moreover, contact holes 90b and 90c are formed in the field which counters the peripheral wall of the free passage section 13, respectively, the 2nd predetermined location, for example, this operation gestalt, of piezoelectric devices 330 and 340. Furthermore, after forming a conductor layer on the whole surface, the lead electrodes 100 and 110 are formed by carrying out patterning. The end of the lead electrode 100 formed in the piezoelectric device 300 is connected with the upper electrode layer 80 of the piezo electric crystal active section 320 through contact hole 90a, and the other end is connected with external wiring which is not illustrated. Moreover, as for the lead electrode 110 formed in the 2nd piezoelectric device 330 and 340, both ends are connected with the upper electrode layer 80 of each 2nd piezoelectric device 330 and 340 through contact holes 90b and 90c, respectively. In addition, these lead electrodes 100 and 110 are formed so that it may become narrow width of face as much as possible to extent which can supply a driving signal to the upper electrode layer 80 certainly.

[0052] Subsequently, as shown in drawing 4 (d), the 2nd insulator layer 95 is formed so that the 2nd top face and side face of piezoelectric devices 330 and 340 may be covered. This 2nd insulator layer 95 is formed in order to protect each class which constitutes the 2nd piezoelectric device 330 and 340 from ink, and the side face by the side of the ink supply free passage way 51 of each 2nd piezoelectric device 330 and 340 is also certainly covered with this 2nd insulator layer 95.

[0053] The above is a film formation process. Thus, after performing film formation, as shown in drawing 4 (e), anisotropic etching of the silicon single crystal substrate by the alkali solution mentioned above is performed, and the pressure generating room 12 and free passage section 13 grade are formed. In addition, a series of film formation and anisotropic etching which were explained above form much chips on one wafer at coincidence, and divide them after process termination every passage formation substrate 10 of one chip size as shown in drawing 1. Moreover, sequential adhesion is carried out with the reservoir formation substrate 20 and a compliance substrate, and it unifies, and let the divided passage formation substrate 10 be an ink jet type recording head.

[0054] Moreover, the ink jet head constituted in this way incorporates ink from the ink inlet 25 linked to the external ink supply means which is not illustrated, and it fills the interior with ink

until it results [ from a reservoir 21 ] in a nozzle orifice 15. In that case, with this operation gestalt, the opening area of the ink supply free passage way 51 is adjusted by driving the 2nd piezoelectric device 330 and 340 so that it may mention later in detail, and passage resistance of the ink which flows into the pressure generating room 12 may become the optimal. Moreover, after filling ink in the pressure generating room 12, by impressing an electrical potential difference between the upper electrode layer 80 of a piezoelectric device, and the bottom electrode layer 60, bending and making elastic membrane 50, the bottom electrode layer 60, and the piezo electric crystal film 70 transform according to the record signal from the drive circuit of the exterior which is not illustrated, the pressure in the pressure generating room 12 increases, and an ink droplet carries out the regurgitation from a nozzle orifice 15.

[0055] Thus, the important section flat surface and cross section which show physical relationship with the pressure generating room 12 and the free passage section 13 in the formed ink jet type recording head, a piezoelectric device 300, and the 2nd piezoelectric device 330,340 are shown in drawing 5 .

[0056] With this operation gestalt, as mentioned above, a piezoelectric device 300 is formed in the field corresponding to each pressure generating room 12, and as shown in drawing 5 , in the ink supply free passage way 51 which opens for free passage the free passage section 13 which is open for free passage every pressure generating room 12, and a reservoir 21, the 2nd piezoelectric device 330 and 340 of a pair is formed along with the longitudinal direction of a piezoelectric device 300 so that each point may carry out phase opposite. These 2nd piezoelectric device 330 and 340 is formed in the shape of [ which was jutted out over the field which counters the free passage section 13 from the outside of the field which counters the free passage section 13, respectively ] a cantilever. Therefore, the clearance between the perimeters except the fixed-end section of the 2nd piezoelectric device 330 and 340 serves as opening area which opens a reservoir 21 and the free passage section 13 for free passage.

[0057] Moreover, these 2nd piezoelectric device 330 and 340 drives a piezoelectric device 300 independently, although it consists of the same layer as a piezoelectric device 300. For example, with this operation gestalt, a piezoelectric device 300 and the 2nd piezoelectric device 330 and 340 are separated by carrying out patterning of the upper electrode layer 80 and the piezo electric crystal layer 70. And as for these 2nd piezoelectric devices 330 and 340, the bottom electrode layer 60 serves as a common electrode like the piezoelectric device 300, and the upper electrode layer 80 serves as an individual electrode of each 2nd piezoelectric device. Moreover, the upper electrode layer 80 of the 2nd piezoelectric device 330 and 340 is connected with external wiring which the 2nd piezo electric crystal film 70 and upper electrode layer 80 of a piezoelectric device 330 which are located in the outside are installed to near the edge of the passage formation substrate 10, and the upper electrode layer 80 does not illustrate.

Furthermore, upper electrode layer 80 comrades of the 2nd piezoelectric device 330 and 340 of the field corresponding to each free passage section 13 are connected by the lead electrode 110 installed in the perimeter of the free passage section 13 through the contact holes 90b and 90c of the insulator layer 90. Therefore, an electrical potential difference is supplied also for the 2nd piezoelectric device 340 both through the lead electrode 110 by supplying an electrical potential difference to the 2nd piezoelectric device 330 located outside from an external drive circuit.

[0058] In addition, at least, the 2nd piezoelectric device 330 and 340 in a reservoir 21 is completely covered with the 2nd insulator layer 95, and these 2nd piezoelectric device 330 and 340 has prevented generating of defects, such as short-circuit by adhesion of ink, although a part will be located in ink.

[0059] If an electrical potential difference is impressed to such 2nd piezoelectric device 330 and 340, since the 2nd piezoelectric device 330 and 340 is formed in the shape of a cantilever, respectively, it will have been curved by each point as shown in drawing 6 R> 6. Thereby, the clearance around the 2nd piezoelectric device 330 and 340, i.e., the opening area of the ink supply free passage way 51, is expanded, and the ink flow rate supplied to the free passage section 13 from a reservoir 21 increases.

[0060] Moreover, when each pressure generating room 12 was supplied through the ink supply free passage way 51 from a reservoir 21 (i.e., in order to carry out the regurgitation of the ink

droplet, when a piezoelectric device 300 drives and it returns), it was made to drive such a drive stage especially of the 2nd piezoelectric device 330 and 340 with this operation gestalt synchronizing with the drive of each piezoelectric device 300, although not limited. The passage resistance of ink which passes through the ink supply free passage way 51 is adjusted to the always optimal condition by this, and ink supply in the pressure generating room 12 from a reservoir 21 is performed smoothly.

[0061] Moreover, only when ink flowed into the pressure generating room 12, it was made to drive the 2nd piezoelectric device 330 and 340 with this operation gestalt. Therefore, since the ink supply free passage way 51 is in the narrowest condition in case the regurgitation of the ink is carried out from a nozzle orifice, the recess of the pressure by the drive of a piezoelectric device 300 can be made into the minimum, and an ink regurgitation rate and ink discharge quantity can be improved.

[0062] In addition, although the 2nd piezoelectric device 330 and 340 is driven and it was made to enlarge the ink supply free passage way 51 with this operation gestalt when ink was supplied to the pressure generating room 12, it is not limited to this but you may make it, drive the 2nd piezoelectric device 300 and 340, of course also in the case of the ink regurgitation.

[0063] Moreover, what is necessary is just to make it serve as the optimal passage resistance on each drive condition, although especially conditions, such as driver voltage of the 2nd piezoelectric device 330 and 340, are not limited. Moreover, for example, based on drive conditions, such as driver voltage of a piezoelectric device 300, you may make it change suitably the drive conditions of the 2nd piezoelectric device 330 and 340, and they can be considered as the passage resistance optimal thereby always.

[0064] Furthermore, there is an advantage that passage resistance can be adjusted after product completion, by controlling the drive conditions of the 2nd piezoelectric device 330 and 340.

[0065] Moreover, by these 2nd piezoelectric devices 330 and 340, the magnitude of the ink supply free passage way 51 can be controlled, the size of the ink droplet breathed out can strike it, and a reason can also be performed. For example, if the 2nd piezoelectric device 330 and 340 is made to drive and a piezoelectric device 300 is made to drive where the ink supply free passage way 51 is expanded, in case a piezoelectric device 300 is driven and ink is made to breathe out, in order for a part of pressure generated according to deformation of a piezoelectric device 300 to escape in the reservoir 21 direction, the ink discharge quantity breathed out from a nozzle orifice 15 decreases, and it becomes a small ink droplet. On the other hand, as mentioned above, if the regurgitation of the ink is carried out where it canceled the drive of the 2nd piezoelectric device 330 and 340 and opening area of the ink supply free passage way 51 is narrowed, the recess of a pressure will decrease, ink discharge quantity increases and ink discharge quantity serves as a large ink droplet from a case [ having made the 2nd piezoelectric device 330 and 340 drive freely ] relatively. Thus, ink discharge quantity can be adjusted by controlling the recess of the pressure at the time of the ink regurgitation by the 2nd piezoelectric device 330 and 340. Namely, it can divide by the size of an ink droplet striking.

[0066] Moreover, with change of environmental temperature, the viscosity of ink may change and an ink regurgitation property may change. Then, corresponding to this, a detection means to detect about 51 ink supply free passage way environmental temperature is established, the drive conditions of the 2nd piezoelectric device 330 and 340 are determined based on the detection result of this detection means, and you may make it change suitably. Thereby, the ink regurgitation good related always can be performed to environmental temperature, i.e., the viscosity of ink.

[0067] In addition, although it was made to perform the drive of each 2nd piezoelectric device 330 and 340 synchronizing with the drive of the piezoelectric device 300 corresponding to it, it is not limited to this but you may make it drive all the 2nd piezoelectric device 330 and 340 on predetermined conditions regardless of the drive conditions of a piezoelectric device 300 in an above-mentioned operation gestalt at the time of printing etc.

[0068] Moreover, although it was made to make the 2nd piezoelectric device 330 and 340 deform up, it is not limited to this, for example, the 2nd stress or thickness of insulator film 95 grade is changed, and you may make it make it deform caudad with this operation gestalt.

[0069] Moreover, although a piezoelectric device 300 and the 2nd piezoelectric device 330 and 340 are separated by carrying out patterning of the upper electrode layer 80 and the piezo electric crystal film 70, it is not limited to this but you may make it dissociate with this operation gestalt by carrying out patterning of the upper electrode layer 80 at least.

[0070] (Other operation gestalten) Although each operation gestalt of this invention was explained above, the fundamental configuration of an ink jet type recording head is not limited to what was mentioned above.

[0071] For example, although a reservoir 21, the pressure generating room 12, and the free passage section 13 were opened for free passage with the above-mentioned operation gestalt on the ink supply way 14 It is made for a part of longitudinal direction edge of the pressure generating room 12 to be set to free passage section 13A, and you may make it open this free passage section 13A and reservoir 21 for free passage on the ink supply free passage way 51, without establishing the ink supply way 14 in the passage formation substrate 10, as it is not limited to this, for example, is shown in drawing 7 . Moreover, although a point carries out phase opposite and the 2nd piezoelectric device 330 and 340 of a pair was formed with the above-mentioned operation gestalt, it is not limited to this, for example, you may make it prepare 2nd piezoelectric-device 330A only in one side. Of course also by such configuration, the same effectiveness as an above-mentioned operation gestalt is acquired.

[0072] Moreover, although the reservoir formation substrate 20 was formed only in the field which counters the free passage section 13 with the above-mentioned operation gestalt for example As it is not limited to this, for example, is shown in drawing 8 , to the reservoir formation substrate 20 The piezoelectric-device attaching part 24 which can seal that space where the space of extent which does not check movement of a piezoelectric device 300 is secured is formed in one, and even if there are few piezoelectric devices 300, you may make it seal the piezo electric crystal active section 320 in this piezoelectric-device attaching part 24. By this, a piezoelectric device 300 can be intercepted with an external environment, destruction of the piezoelectric device 300 by external environments, such as moisture, can be prevented, and the endurance of a head can be improved.

[0073] In addition, although the ink jet type recording head of the thin film mold which applies membrane formation and a lithography process and is manufactured was made into the example with each above-mentioned operation gestalt, of course, it is not limited to this and this invention can be adopted also as the ink jet type recording head of various structures, such as what forms the piezo electric crystal film for a green sheet by pasting or screen-stencil.

[0074] Thus, this invention is applicable to the ink jet type recording head of various structures, unless it is contrary to the meaning.

[0075] Moreover, the ink jet type recording head of each [ these ] operation gestalt constitutes a part of recording head unit possessing an ink cartridge etc. and ink passage open for free passage, and is carried in an ink jet type recording device. Drawing 9 is the schematic diagram showing an example of the ink jet type recording device.

[0076] As shown in drawing 9 , the carriage 3 which was formed removable and carried these recording head units 1A and 1B is formed free [ shaft-orientations migration on the carriage shaft 5 with which cartridge 2A and 2B from which the recording head units 1A and 1B which have an ink jet type recording head constitute an ink supply means were attached in the body 4 of equipment ]. These recording head units 1A and 1B shall carry out the regurgitation of a black ink constituent and the color ink constituent, respectively, for example.

[0077] And the carriage 3 which carried the recording head units 1A and 1B is moved in accordance with the carriage shaft 5 by being transmitted to carriage 3 through two or more gearings and timing belts 7 which the driving force of a drive motor 6 does not illustrate. On the other hand, along with carriage 3, the platen 8 is formed in the body 4 of equipment. Record sheet S which is record media, such as paper to which can rotate now with the driving force of the paper feed motor which is not illustrated, and paper was fed with the feed roller etc., winds this platen 8 around a platen 8, it is hung, and is conveyed.

[0078]

[Effect of the Invention] As explained above, in this invention, the 2nd piezoelectric device for

changing the opening area of the ink supply free passage way which opens these for free passage was prepared between a reservoir and the free passage section. Thereby, according to the drive conditions of a piezoelectric device etc., the opening area of an ink supply free passage way can be changed, and the ink flow rate supplied to a pressure generating room can be made into the always optimal condition. Moreover, in case the regurgitation of the ink is carried out from a nozzle, by changing the opening area of an ink supply free passage way, ink discharge quantity can also be adjusted and the effectiveness that it can divide by a large and small ink droplet striking is done so.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the decomposition perspective view of the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 1 of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 1 of this invention, and is the top view and sectional view of drawing 1.

[Drawing 3] It is the sectional view showing the thin-film-fabrication process of the operation gestalt 1 of this invention.

[Drawing 4] It is the sectional view showing the thin-film-fabrication process of the operation gestalt 1 of this invention.

[Drawing 5] It is the top view and sectional view showing the important section of the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 1 of this invention.

[Drawing 6] It is the sectional view showing the important section of the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 1 of this invention.

[Drawing 7] It is the sectional view showing the ink jet type recording head concerning other operation gestalten of this invention.

[Drawing 8] It is the sectional view showing the ink jet type recording head concerning other operation gestalten of this invention.

[Drawing 9] It is the schematic diagram of the ink jet type recording device concerning 1 operation gestalt of this invention.

### [Description of Notations]

10 Passage Formation Substrate

12 Pressure Generating Room

15 Nozzle Orifice

50 Elastic Membrane

51 Ink Supply Free Passage Way

60 Bottom Electrode Layer

70 Piezo Electric Crystal Film

80 Upper Electrode Layer

300 Piezoelectric Device

320 Piezo Electric Crystal Active Section

330,340 The 2nd piezoelectric device

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-246896

(P2000-246896A)

(43)公開日 平成12年9月12日 (2000.9.12)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

B 4 1 J 2/045  
2/055  
2/16

識別記号

F I

B 4 1 J 3/04

マークコード(参考)

1 0 3 A 2 C 0 5 7  
1 0 3 H

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平11-54448

(22)出願日 平成11年3月2日 (1999.3.2)

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 高橋 哲司

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ  
ーエプソン株式会社内

(74)代理人 100101236

弁理士 栗原 浩之

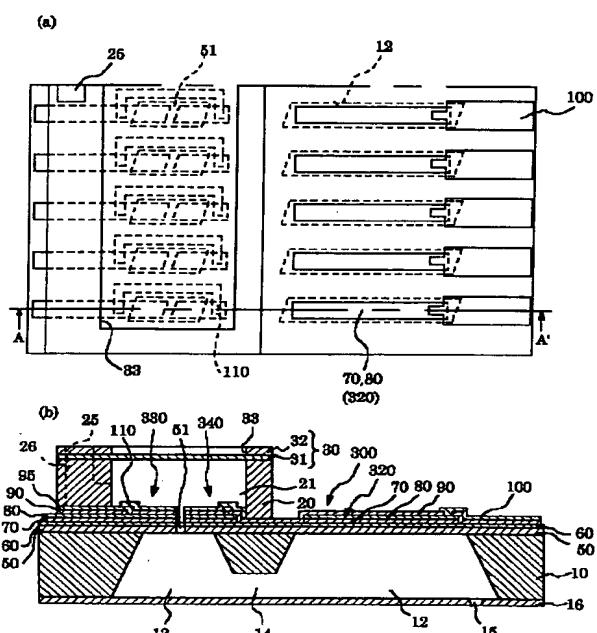
Fターム(参考) 20057 AF23 AF39 AG12 AG44 AG76  
AM03 AM15 AP34 AR18 BA04  
BA14 CA01

(54)【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置

(57)【要約】

【課題】 常に良好なインク吐出特性でインクを吐出すことのできるインクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置を提供する。

【解決手段】 流路形成基板10の圧電素子300と同面側の圧電素子300とは対向しない位置には圧力発生室12と連通して各圧力発生室12にインクを供給するリザーバ21を画成するリザーバ形成基板20が接合されると共に、流路形成基板10のリザーバ21に対向する領域にはインク供給路51を介して圧力発生室12に連通する連通部13が設けられ、インク供給路51に對向する領域にはインク供給路51の一部を塞ぐと共に圧電素子300とは独立して駆動される第2の圧電素子330、340が片持ち梁状に設けられており、第2の圧電素子330、340を駆動してインク供給連通路51の大きさを調整する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ノズル開口に連通する圧力発生室が画成される流路形成基板と、前記流路形成基板の一方に振動板を介して設けられ且つ少なくとも下電極、圧電体層及び上電極を有する圧電素子を具備するインクジェット式記録ヘッドにおいて、

前記流路形成基板の前記圧電素子と同一面側の当該圧電素子とは対向しない位置には前記圧力発生室と連通して各圧力発生室にインクを供給するリザーバを画成するリザーバ形成基板が接合されると共に前記流路形成基板の前記リザーバに対向する領域には前記圧力発生室に連通する連通部が設けられ、前記リザーバと前記連通部とを連通するインク供給連通路には前記圧電素子とは独立して駆動される片持ち梁状の第2の圧電素子が前記インク供給連通路の少なくとも一部を塞ぐように設けられることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項2】 請求項1において、前記インク供給連通路には、一対の第2の圧電素子が、それぞれの先端部が相対向するように設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項3】 請求項1又は2において、前記圧力発生室と前記連通部とは、流路の狭いインク供給路を介して連通されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項4】 請求項3において、前記連通部が前記ノズル開口とは反対側の前記圧力発生室の長手方向端部に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項5】 請求項1～4の何れかにおいて、前記リザーバに対向する領域の前記第2の圧電素子は、絶縁膜によって覆われていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項6】 請求項1～5の何れかにおいて、前記第2の圧電素子は、前記インク供給連通路の流路面積を制御するために駆動されることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項7】 請求項6において、前記インク供給連通路近傍の環境温度を検出する検出手段を有し、前記第2の圧電素子は、前記検出手段の検出結果に基づいて駆動されることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項8】 請求項1～7の何れかにおいて、前記圧力発生室がシリコン単結晶基板に異方性エッチングにより形成され、前記圧電素子の各層が成膜及びリソグラフィ法により形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項9】 請求項1～8の何れかのインクジェット式記録ヘッドを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板を介して圧電素子を設けて、圧電素子の変位によりインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板を圧電素子により変形させて圧力発生室のインクを加圧してノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドには、圧電素子の軸方向に伸長、収縮する縦振動モードの圧電アクチュエータを使用したものと、たわみ振動モードの圧電アクチュエータを使用したものの2種類が実用化されている。

【0003】 前者は圧電素子の端面を振動板に当接させることにより圧力発生室の容積を変化させることができて、高密度印刷に適したヘッドの製作が可能である反面、圧電素子をノズル開口の配列ピッチに一致させて櫛歯状に切り分けるという困難な工程や、切り分けられた圧電素子を圧力発生室に位置決めして固定する作業が必要となり、製造工程が複雑であるという問題がある。

【0004】 これに対して後者は、圧電材料のグリーンシートを圧力発生室の形状に合わせて貼付し、これを焼成するという比較的簡単な工程で振動板に圧電素子を作り付けることができるものの、たわみ振動を利用する関係上、ある程度の面積が必要となり、高密度配列が困難であるという問題がある。

【0005】 一方、後者の記録ヘッドの不都合を解消すべく、特開平5-286131号公報に見られるように、振動板の表面全体に亘って成膜技術により均一な圧電材料層を形成し、この圧電材料層をリソグラフィ法により圧力発生室に対応する形状に切り分けて各圧力発生室毎に独立するように圧電素子を形成したものが提案されている。

【0006】 これによれば圧電素子を振動板に貼付ける作業が不要となって、リソグラフィ法という精密で、かつ簡単な手法で圧電素子を作り付けることができるばかりでなく、圧電素子の厚みを薄くできて高速駆動が可能になるという利点がある。

【0007】 また、このようなインクジェット式記録ヘッドでは、一般に、各圧力発生室の共通のインク室となるリザーバが設けられており、このリザーバから各圧力発生室にインクが供給される。また、このリザーバと圧力発生室との間には、一端が圧力発生室に連通され且つ圧力発生室よりも流路の狭いインク供給路が形成されており、このインク供給路によって圧力発生室に流入するインクの流路抵抗を一定に保持している。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述のような構造では、インク供給路の大きさでインク流量が

調整されている。したがって、インク供給路の大きさは一定であるため、所定の駆動条件下のみでしか、インク速度及びインク吐出量等の所望の吐出特性が得られないという問題がある。

【0009】本発明は、このような事情に鑑み、常に良好なインク吐出特性でインクを吐出することのできるインクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置を提供することを課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する本発明の第1の態様は、ノズル開口に連通する圧力発生室が画成される流路形成基板と、前記流路形成基板の一方に振動板を介して設けられ且つ少なくとも下電極、圧電体層及び上電極を有する圧電素子を具備するインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記流路形成基板の前記圧電素子と同一面側の当該圧電素子とは対向しない位置には前記圧力発生室と連通して各圧力発生室にインクを供給するリザーバを画成するリザーバ形成基板が接合されると共に前記流路形成基板の前記リザーバに対向する領域には前記圧力発生室に連通する連通部が設けられ、前記リザーバと前記連通部とを連通するインク供給連通路には前記圧電素子とは独立して駆動される片持ち梁状の第2の圧電素子が前記インク供給連通路の少なくとも一部を塞ぐように設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0011】かかる第1の態様では、第2の圧電素子を駆動して片持ち梁の先端部を変形することにより、インク供給連通路を塞ぐ面積を変化させ流路面積を調整することができる。

【0012】本発明の第2の態様は、第1の態様において、前記インク供給連通路には、一対の第2の圧電素子がそれぞれの先端部が相対向するように設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0013】かかる第2の態様では、駆動により片持ち梁状の一対の第2の圧電素子の先端部が変形し、インク供給連通路の流路面積を広い範囲で調整することができる。

【0014】本発明の第3の態様は、第1又は2の態様において、前記圧力発生室と前記連通部とは、流路の狭いインク供給路を介して連通されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0015】かかる第3の態様では、インク供給連通路が圧力発生室とは異なる位置に設けられているため、インク吐出への悪影響を防止することができる。

【0016】本発明の第4の態様は、第3の態様において、前記連通部が前記ノズル開口とは反対側の前記圧力発生室の長手方向端部に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0017】かかる第4の態様では、ノズル開口とは離れた位置にインク供給連通路が設けられているため、イ

ンク吐出への悪影響を確実に防止することができる。

【0018】本発明の第5の態様は、第1～4の何れかの態様において、前記リザーバに対向する領域の前記第2の圧電素子は、絶縁膜によって覆われていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0019】かかる第5の態様では、第2の圧電素子にインクが外部と遮断され、インクによる第2の圧電素子の不良を防止することができる。

【0020】本発明の第6の態様は、第1～5の何れかの態様において、前記第2の圧電素子は、前記インク供給連通路の流路面積を制御するために駆動されることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0021】かかる第6の態様では、圧電素子の駆動による圧力発生室の圧力を調整でき、インク吐出速度及び吐出量を調整することができる。

【0022】本発明の第7の態様は、第6の態様において、前記インク供給連通路近傍の環境温度を検出する検出手段を有し、前記第2の圧電素子は、前記検出手段の検出結果に基づいて駆動されることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0023】かかる第7の態様では、環境温度に伴うインクの粘度の変化に応じてインク供給連通路の流路面積が調整され、常に均一な大きさのインク滴が吐出される。

【0024】本発明の第8の態様は、第1～7の何れかの態様において、前記圧力発生室がシリコン単結晶基板に異方性エッチングにより形成され、前記圧電素子の各層が成膜及びリソグラフィ法により形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0025】かかる第8の態様では、高密度のノズル開口を有するインクジェット式記録ヘッドを大量に且つ比較的容易に製造することができる。

【0026】本発明の第9の態様は、第1～8の何れかの態様のインクジェット式記録ヘッドを備することを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【0027】かかる第9の態様では、ヘッドの信頼性を向上したインクジェット式記録装置を実現することができる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下に本発明を実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0029】(実施形態1) 図1は、本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドを示す分解図であり、図2は、図1の平面図及び断面図である。

【0030】図示するように、流路形成基板10は、本実施形態では面方位(110)のシリコン単結晶基板からなる。流路形成基板10としては、通常、150～300μm程度の厚さのものが用いられ、望ましくは180～280μm程度、より望ましくは220μm程度の

厚さのものが好適である。これは、隣接する圧力発生室間の隔壁の剛性を保ちつつ、配列密度を高くできるからである。

【0031】流路形成基板10の一方の面は開口面となり、他方の面には予め熱酸化により形成した二酸化シリコンからなる、厚さ1~2μmの弹性膜50が形成されている。

【0032】一方、流路形成基板10の開口面には、シリコン単結晶基板を異方性エッティングすることにより、複数の隔壁11によって区画された圧力発生室12が幅方向に並設され、各圧力発生室12の長手方向一端部側には、それぞれ連通部13が形成されており、各圧力発生室12とインク供給路14を介して連通されている。この連通部13は、後述するリザーバ形成基板に設けられるリザーバ21とインク供給路14を介して圧力発生室12とを接続するための中継室である。

【0033】ここで、異方性エッティングは、シリコン単結晶基板をKOH等のアルカリ溶液に浸漬すると、徐々に侵食されて(110)面に垂直な第1の(111)面と、この第1の(111)面と約70度の角度をなし且つ上記(110)面と約35度の角度をなす第2の(111)面とが出現し、(110)面のエッティングレートと比較して(111)面のエッティングレートが約1/180であるという性質を利用して行われるものである。かかる異方性エッティングにより、二つの第1の(111)面と斜めの二つの第2の(111)面とで形成される平行四辺形状の深さ加工を基本として精密加工を行うことができ、圧力発生室12を高密度に配列することができる。

【0034】本実施形態では、各圧力発生室12の長辺を第1の(111)面で、短辺を第2の(111)面で形成している。この圧力発生室12は、流路形成基板10をほぼ貫通して弹性膜50に達するまでエッティングすることにより形成されている。ここで、弹性膜50は、シリコン単結晶基板をエッティングするアルカリ溶液に侵される量がきわめて小さい。また、各圧力発生室12の一端に連通する各インク供給路14は、シリコン単結晶基板を厚さ方向に途中までエッティング(ハーフエッティング)することにより、圧力発生室12より浅く形成されている。なお、ハーフエッティングは、エッティング時間の調整により行われる。

【0035】また、流路形成基板10の開口面側には、各圧力発生室12のインク供給路14とは反対側で連通するノズル開口15が穿設されたノズルプレート16が接着剤や熱溶着フィルム等を介して固着されている。なお、ノズルプレート16は、厚さが例えば、0.1~1mmで、線膨張係数が300°C以下で、例えば2.5~4.5 [×10<sup>-6</sup>/°C] であるガラスセラミックス、又は不鏽鋼などからなる。ノズルプレート16は、一方の面で流路形成基板10の一面を全面的に覆い、シリコン

単結晶基板を衝撃や外力から保護する補強板の役目も果たす。

【0036】ここで、インク滴吐出圧力をインクに与える圧力発生室12の大きさと、インク滴を吐出するノズル開口15の大きさとは、吐出するインク滴の量、吐出スピード、吐出周波数に応じて最適化される。例えば、1インチ当たり360個のインク滴を記録する場合、ノズル開口15は数十μmの直径で精度よく形成する必要がある。

【0037】また、流路形成基板10の各圧力発生室12に連通される連通部13とリザーバ形成基板20のリザーバ21とは、連通部13に対向する領域に設けられたインク供給連通路51によって連通され、インクはこのインク供給連通路51を介してリザーバ21から各連通部13に分配され、さらにインク供給路14を介して圧力発生室12に供給される。

【0038】リザーバ形成基板20は、複数の圧力発生室12の共通のインク室であるリザーバ21を有し、流路形成基板10の圧電素子300側に、この圧電素子300とは対向しない位置に接合されている。また、このリザーバ21は、リザーバ形成基板20を厚さ方向に貫通して圧力発生室12の並設方向に亘って形成されており、上述のようにインク供給連通路51を介して流路形成基板10の連通部13と連通されている。

【0039】さらに、このリザーバ形成基板20には、封止膜31及び固定板32とからなるコンプライアンス基板30が接合されている。ここで、封止膜31は、剛性が低く可撓性を有する材料(例えば、厚さが6μmのポリフェニレンスルフィド(PPS)フィルム)からなり、この封止膜31によってリザーバ21の一方が封止されている。また、固定板32は、金属等の硬質の材料(例えば、厚さが30μmのステンレス鋼(SUS)等)で形成される。この固定板32のリザーバ21に対向する領域は、厚さ方向に完全に除去された開口部33となっているため、リザーバ21の一方は可撓性を有する封止膜31のみで封止され、内部圧力の変化によって変形可能となっている。

【0040】また、このリザーバ21の長手方向略中央部外側のコンプライアンス基板30上には、インクカートリッジ等のインク供給手段からインクを供給するためのインク導入口25が形成されており、リザーバ形成基板20にはインク導入口25とリザーバ21の側壁とを連通するインク導入路26が設けられている。そして、これらインク導入口25及びインク導入路26を介してインク供給手段からリザーバ21にインクが供給される。

【0041】一方、流路形成基板10の開口面とは反対側の弹性膜50の上には、厚さが例えば、約0.2μmの下電極膜60と、厚さが例えば、約1μmの圧電体膜70と、厚さが例えば、約0.1μmの上電極膜80と

が、後述するプロセスで積層形成されて、圧電素子300を構成している。ここで、圧電素子300は、下電極膜60、圧電体膜70、及び上電極膜80を含む部分をいう。一般的には、圧電素子300の何れか一方の電極を共通電極とし、他方の電極及び圧電体膜70を各圧力発生室12毎にパターニングして構成する。そして、ここではパターニングされた何れか一方の電極及び圧電体膜70から構成され、両電極への電圧の印加により圧電歪みが生じる部分を圧電体能動部320という。本実施形態では、下電極膜60を圧電素子300の共通電極とし、上電極膜80を圧電素子300の個別電極としているが、駆動回路や配線の都合でこれを逆にしても支障はない。何れの場合においても、各圧力発生室毎に圧電体能動部が形成されていることになる。また、ここでは、圧電素子300と当該圧電素子300の駆動により変位が生じる振動板とを合わせて圧電アクチュエータと称する。なお、上述した例では、弹性膜50及び下電極膜60が振動板として作用するが、下電極膜が弹性膜を兼ねるようにもよい。

【0042】また、リザーバ形成基板20のリザーバ21と流路形成基板10の連通部13とを連通するインク供給連通路51内には、このインク供給連通路51の少なくとも一部を塞ぐように、一対の第2の圧電素子330及び340が設けられている。これら一対の第2の圧電素子330及び340は、インク供給連通路51の開口面積を調整するためのものであり、本実施形態では、インク供給連通路51に対向する領域に片持ち梁状にそれぞれの先端部が所定の間隔で対向するように圧電素子300の長手方向に沿って設けられている。

【0043】ここで、シリコン単結晶基板からなる流路形成基板10上に、圧電素子300及び第2の圧電素子330及び340等を形成するプロセスを図3及び図4を参照しながら説明する。

【0044】まず、図3(a)に示すように、流路形成基板10となるシリコン単結晶基板のウェハを約1100°Cの拡散炉で熱酸化して二酸化シリコンからなる弹性膜50を形成する。

【0045】次に、図3(b)に示すように、スパッタリングで下電極膜60を形成する。下電極膜60の材料としては、白金等が好適である。これは、スパッタリング法やゾルーゲル法で成膜する後述の圧電体膜70は、成膜後に大気雰囲気下又は酸素雰囲気下で600~1000°C程度の温度で焼成して結晶化させる必要があるからである。すなわち、下電極膜60の材料は、このような高温、酸化雰囲気下で導電性を保持できなければならず、殊に、圧電体膜70としてチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)を用いた場合には、酸化鉛の拡散による導電性の変化が少ないことが望ましく、これらの理由から白金が好適である。

【0046】次に、図3(c)に示すように、圧電体膜

70を成膜する。本実施形態では、金属有機物を溶媒に溶解・分散したいわゆるゾルを塗布乾燥してゲル化し、さらに高温で焼成することで金属酸化物からなる圧電体膜70を得る、いわゆるゾルーゲル法を用いて形成した。圧電体膜70の材料としては、チタン酸ジルコン酸鉛系の材料がインクジェット式記録ヘッドに使用する場合には好適である。なお、この圧電体膜70の成膜方法は、特に限定されず、例えば、スパッタリング法で形成してもよい。

【0047】さらに、ゾルーゲル法又はスパッタリング法等によりチタン酸ジルコン酸鉛の前駆体膜を形成後、アルカリ水溶液中での高圧処理法にて低温で結晶成長させる方法を用いてもよい。

【0048】次に、図3(d)に示すように、上電極膜80を成膜する。上電極膜80は、導電性の高い材料であればよく、アルミニウム、金、ニッケル、白金等の多くの金属や、導電性酸化物等を使用できる。本実施形態では、白金をスパッタリングにより成膜している。

【0049】次に、図4(a)に示すように、圧電体膜70及び上電極膜80のみをエッチングして各圧力発生室12に対応する領域に圧電素子300をパターニングすると共に、各連通部13に対応する領域に第2の圧電素子330及び340をパターニングする。さらに、第2の圧電素子330及び340の間と片持ち梁の固定端部を除く第2の圧電素子の周囲の下電極膜60及び弹性膜50をパターニングにより除去することによりインク供給連通路51を形成する。

【0050】次いで、図4(b)に示すように、圧電素子300及び第2の圧電素子330及び340の上電極膜80の周縁部及び圧電体膜70の側面を覆うように絶縁体層90を形成する。

【0051】次に、図4(c)に示すように、圧電体能動部320の上電極膜80の長手方向端部の絶縁体層90の一部をパターニングしてコンタクトホール90aを形成する。また、第2の圧電素子330及び340の所定位置、例えば、本実施形態では、連通部13の周壁に対向する領域にそれぞれコンタクトホール90b及び90cを形成する。さらに、導電体層を全面に成膜した後、パターニングすることによりリード電極100及び110を形成する。圧電素子300に形成されたリード電極100の一端はコンタクトホール90aを介して圧電体能動部320の上電極膜80と接続され、他端は図示しない外部配線と接続される。また、第2の圧電素子330及び340に形成されたリード電極110は、両端がそれぞれコンタクトホール90b及び90cを介して各第2の圧電素子330及び340の上電極膜80と接続される。なお、このリード電極100及び110は、駆動信号を上電極膜80に確実に供給できる程度に可及的に狭い幅となるように形成されている。

【0052】次いで、図4(d)に示すように、第2の

圧電素子330及び340の上面及び側面を覆うように第2の絶縁体層95を形成する。この第2の絶縁体層95は、第2の圧電素子330及び340を構成する各層をインクから保護する目的で形成されるものであり、各第2の圧電素子330及び340のインク供給連通路51側の側面もこの第2の絶縁体層95によって確実に覆われるようとする。

【0053】以上が膜形成プロセスである。このようにして膜形成を行った後、図4(e)に示すように、前述したアルカリ溶液によるシリコン単結晶基板の異方性エッチングを行い、圧力発生室12及び連通部13等を形成する。なお、以上説明した一連の膜形成及び異方性エッチングは、一枚のウェハ上に多数のチップを同時に形成し、プロセス終了後、図1に示すような一つのチップサイズの流路形成基板10毎に分割する。また、分割した流路形成基板10を、リザーバ形成基板20及びコンプライアンス基板と順次接着して一体化し、インクジェット式記録ヘッドとする。

【0054】また、このように構成したインクジェットヘッドは、図示しない外部インク供給手段と接続したインク導入口25からインクを取り込み、リザーバ21からノズル開口15に至るまで内部をインクで満たす。その際、本実施形態では、詳しくは後述するように、圧力発生室12に流入するインクの流路抵抗が最適となるよう、第2の圧電素子330及び340を駆動することによってインク供給連通路51の開口面積を調整している。また、圧力発生室12内にインクを満たした後、図示しない外部の駆動回路からの記録信号に従い、圧電素子の上電極膜80と下電極膜60との間に電圧を印加し、弾性膜50、下電極膜60及び圧電体膜70をたわみ変形させることにより、圧力発生室12内の圧力が高まりノズル開口15からインク滴が吐出する。

【0055】このように形成されたインクジェット式記録ヘッドにおける圧力発生室12及び連通部13と圧電素子300及び第2の圧電素子330、340との位置関係を示す要部平面及び断面を図5に示す。

【0056】本実施形態では、上述のように各圧力発生室12に対応する領域には、圧電素子300が形成され、図5に示すように、各圧力発生室12毎に連通する連通部13とリザーバ21とを連通するインク供給連通路51内には、一対の第2の圧電素子330及び340が、それぞれの先端部が相対向するように圧電素子300の長手方向に沿って設けられている。これらの第2の圧電素子330及び340は、それぞれ、連通部13に對向する領域の外側から連通部13に對向する領域に張り出した片持ち梁状に設けられている。したがって、第2の圧電素子330及び340の固定端部を除く周囲の隙間が、リザーバ21と連通部13とを連通する開口面積となる。

【0057】また、これらの第2の圧電素子330及び

340は、圧電素子300と同一層からなるが圧電素子300とは独立して駆動される。例えば、本実施形態では、上電極膜80及び圧電体層70をパターニングすることにより、圧電素子300と第2の圧電素子330及び340とが分離されている。そして、これら第2の圧電素子330及び340は、圧電素子300と同様に下電極膜60が共通電極となっており、上電極膜80がそれぞれの第2の圧電素子の個別電極となっている。また、第2の圧電素子330及び340の上電極膜80は、その外側に位置する第2の圧電素子330の圧電体膜70及び上電極膜80が流路形成基板10の端部近傍まで延設されて上電極膜80が図示しない外部配線と接続されている。さらに、各連通部13に対応する領域の第2の圧電素子330及び340の上電極膜80同士が絶縁体層95のコンタクトホール90b及び90cを介して、連通部13の周囲に延設されたリード電極110によって接続されている。したがって、外部の駆動回路から外側に位置する第2の圧電素子330に電圧が供給されることにより、リード電極110を介して第2の圧電素子340も共に電圧が供給される。

【0058】なお、これらの第2の圧電素子330及び340は、一部がインク内に位置することになるが、少なくともリザーバ21内の第2の圧電素子330及び340は、第2の絶縁体層95によって完全に覆われており、インクの付着によるショート等の不良の発生を防止している。

【0059】このような第2の圧電素子330及び340に電圧が印加されると、第2の圧電素子330及び340は、それぞれ片持ち梁状に設けられているため、図6に示すように、それぞれの先端部が反り上がる。これにより、第2の圧電素子330及び340の周囲の隙間、すなわちインク供給連通路51の開口面積が拡大され、リザーバ21から連通部13に供給されるインク流量が増加する。

【0060】また、このような第2の圧電素子330及び340の駆動時期は、特に限定されないが、本実施形態では、リザーバ21からインク供給連通路51を介して各圧力発生室12に供給されるとき、すなわち、インク滴を吐出するために圧電素子300が駆動されて元に戻るときに、各圧電素子300の駆動に同期して駆動するようにした。これにより、インク供給連通路51を通過するインクの流路抵抗が常に最適な状態に調整され、リザーバ21から圧力発生室12へのインク供給がスムーズに行われる。

【0061】また、本実施形態では、第2の圧電素子330及び340を、圧力発生室12にインクが流入されるときだけ駆動するようにした。したがって、ノズル開口からインクを吐出する際には、インク供給連通路51が、最も狭い状態となっているため、圧電素子300の駆動による圧力の逃げを最小限とすることができ、イン

ク吐出速度及びインク吐出量を向上することができる。  
【0062】なお、本実施形態では、圧力発生室12にインクが供給される際に第2の圧電素子330及び340を駆動してインク供給連通路51を大きくするようにしたが、これに限定されず、勿論インク吐出の際にも、第2の圧電素子300及び340を駆動するようにしてもよい。

【0063】また、第2の圧電素子330及び340の駆動電圧等の条件は、特に限定されないが、それぞれの駆動条件で最適な流路抵抗となるようにすればよい。また、例えば、第2の圧電素子330及び340の駆動条件を、圧電素子300の駆動電圧等の駆動条件に基づいて、適宜変更するようにしてもよく、これにより、常に最適な流路抵抗とすることができます。

【0064】さらに、第2の圧電素子330及び340の駆動条件を制御することにより、製品完成後に流路抵抗を調整することができるという利点がある。

【0065】また、これら第2の圧電素子330及び340によってインク供給連通路51の大きさを制御して、吐出されるインク滴の大小の打ち分けを行うこともできる。例えば、圧電素子300を駆動してインクを吐出させる際、第2の圧電素子330及び340を駆動させて、インク供給連通路51を拡大した状態で圧電素子300を駆動させると、圧電素子300の変形によって発生する圧力の一部がリザーバ21方向に逃げてしまうため、ノズル開口15から吐出されるインク吐出量が減少し小さいインク滴となる。一方、上述のように、第2の圧電素子330及び340の駆動を解除してインク供給連通路51の開口面積を狭くした状態でインクを吐出すると圧力の逃げが減少して、インク吐出量は第2の圧電素子330及び340を駆動させたままの場合よりもインク吐出量が増加し、相対的に大きいインク滴となる。このように、第2の圧電素子330及び340によってインク吐出時の圧力の逃げを制御することにより、インク吐出量を調整することができる。すなわち、インク滴の大小の打ち分けを行うことができる。

【0066】また、環境温度の変化に伴って、インクの粘度が変化してインク吐出特性が変化する場合がある。そこで、これに対応して、例えば、インク供給連通路51近傍の環境温度を検出する検出手段を設け、この検出手段の検出結果に基づいて第2の圧電素子330及び340の駆動条件を決定して、適宜変更するようにしてもよい。これにより、環境温度、すなわちインクの粘度に関係なく、常に良好なインク吐出を行うことができる。

【0067】なお、上述の実施形態では、各第2の圧電素子330及び340の駆動をそれに対応した圧電素子300の駆動に同期して行うようにしたが、これに限定されず、圧電素子300の駆動条件に関係なく、例えば、印刷時等に全ての第2の圧電素子330及び340を所定条件で駆動するようにしてもよい。

【0068】また、本実施形態では、第2の圧電素子330及び340を、上方に変形させるようにしたが、これに限定されず、例えば、第2の絶縁体膜95等の応力又は膜厚を変化させて、下方に変形させるようにしてもよい。

【0069】また、本実施形態では、圧電素子300と第2の圧電素子330及び340とを上電極膜80及び圧電体膜70をパターニングすることにより分離しているが、これに限定されず、少なくとも上電極膜80をパターニングすることにより分離するようにしてもよい。

【0070】(他の実施形態) 以上、本発明の各実施形態を説明したが、インクジェット式記録ヘッドの基本的構成は上述したものに限定されるものではない。

【0071】例えば、上述の実施形態では、リザーバ21と圧力発生室12と連通部13とをインク供給路14で連通するようにしたが、これに限定されず、例えば、図7に示すように、流路形成基板10にインク供給路14を設けずに、圧力発生室12の長手方向端部の一部が連通部13Aとなるようにし、この連通部13Aとリザーバ21とをインク供給連通路51で連通するようにしてもよい。また、上述の実施形態では、一対の第2の圧電素子330及び340を先端部が相対向して設けるようにしたが、これに限定されず、例えば、第2の圧電素子330Aを一方側のみに設けるようにしてもよい。このような構成によっても、勿論、上述の実施形態と同様な効果が得られる。

【0072】また、例えば、上述の実施形態では、リザーバ形成基板20を連通部13に対向する領域のみに設けるようにしたが、これに限定されず、例えば、図8に示すように、リザーバ形成基板20に、圧電素子300の運動を阻害しない程度の空間を確保した状態でその空間を密封可能な圧電素子保持部24を一体的に設け、圧電素子300の少なくとも圧電体能動部320をこの圧電素子保持部24内に密封するようにしてもよい。これにより、圧電素子300を外部環境と遮断して、水分等の外部環境による圧電素子300の破壊を防止することができ、ヘッドの耐久性を向上することができる。

【0073】なお、上述の各実施形態では、成膜及びリソグラフィプロセスを応用して製造される薄膜型のインクジェット式記録ヘッドを例にしたが、勿論これに限定されるものではなく、例えば、グリーンシートを貼付もしくはスクリーン印刷等により圧電体膜を形成するもの等各種構造のインクジェット式記録ヘッドにも本発明を採用することができる。

【0074】このように、本発明は、その趣旨に反しない限り、種々の構造のインクジェット式記録ヘッドに応用することができる。

【0075】また、これら各実施形態のインクジェット式記録ヘッドは、インクカートリッジ等と連通するインク流路を備える記録ヘッドユニットの一部を構成し

て、インクジェット式記録装置に搭載される。図9は、そのインクジェット式記録装置の一例を示す概略図である。

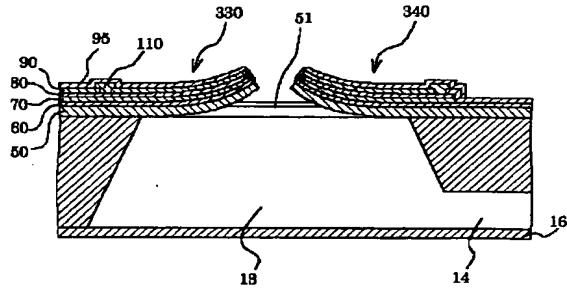
【0076】図9に示すように、インクジェット式記録ヘッドを有する記録ヘッドユニット1A及び1Bは、インク供給手段を構成するカートリッジ2A及び2Bが着脱可能に設けられ、この記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3は、装置本体4に取り付けられたキャリッジ軸5に軸方向移動自在に設けられている。この記録ヘッドユニット1A及び1Bは、例えば、それぞれブラックインク組成物及びカラーインク組成物を吐出するものとしている。

【0077】そして、駆動モータ6の駆動力が図示しない複数の歯車およびタイミングベルト7を介してキャリッジ3に伝達されることで、記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3はキャリッジ軸5に沿って移動される。一方、装置本体4にはキャリッジ3に沿ってプラテン8が設けられている。このプラテン8は図示しない紙送りモータの駆動力により回転できるようになっており、給紙ローラなどにより給紙された紙等の記録媒体である記録シートSがプラテン8に巻き掛けられて搬送されるようになっている。

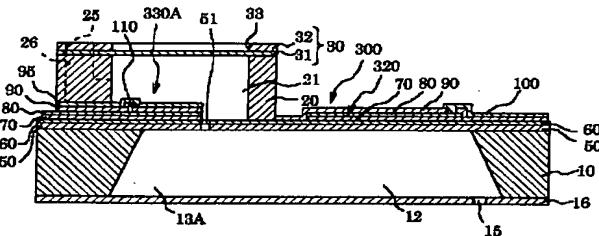
【0078】

【発明の効果】以上説明したように本発明では、リザーバと連通部との間に、これらを連通するインク供給連路の開口面積を変化させるための第2の圧電素子を設けるようにした。これにより、圧電素子の駆動条件等に応じてインク供給連路の開口面積を変化させることができ、圧力発生室に供給するインク流量を常に最適な状態とすることができる。また、ノズルからインクを吐出する際にインク供給連路の開口面積を変化させることによりインク吐出量を調整することもでき、大小のインク滴の打ち分けを行うことができるという効果を奏する。

【図6】



【図7】



#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図2】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドを示す図であり、図1の平面図及び断面図である。

【図3】本発明の実施形態1の薄膜製造工程を示す断面図である。

【図4】本発明の実施形態1の薄膜製造工程を示す断面図である。

【図5】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの要部を示す平面図及び断面図である。

【図6】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの要部を示す断面図である。

【図7】本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドを示す断面図である。

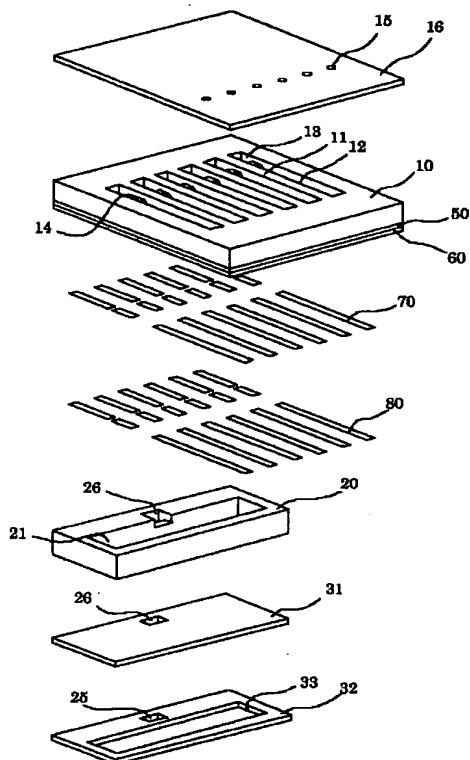
【図8】本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドを示す断面図である。

【図9】本発明の一実施形態に係るインクジェット式記録装置の概略図である。

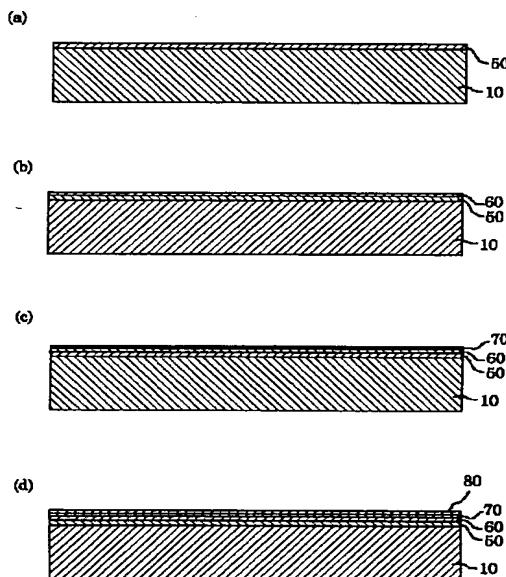
#### 【符号の説明】

- 10 流路形成基板
- 12 圧力発生室
- 15 ノズル開口
- 50 弹性膜
- 51 インク供給連通路
- 60 下電極膜
- 70 圧電体膜
- 80 上電極膜
- 300 圧電素子
- 320 圧電体能動部
- 330, 340 第2の圧電素子

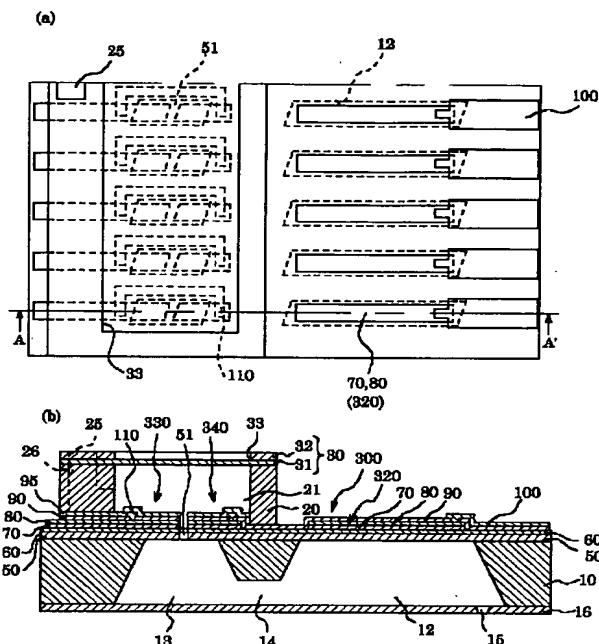
【図1】



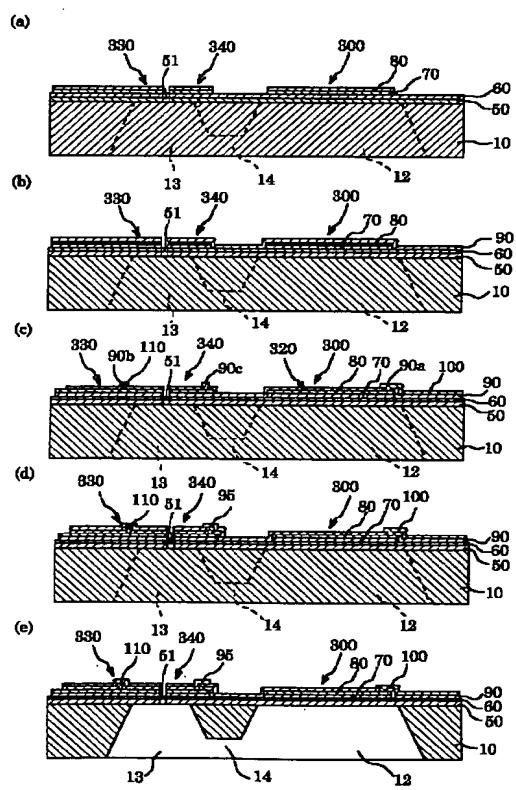
【図3】



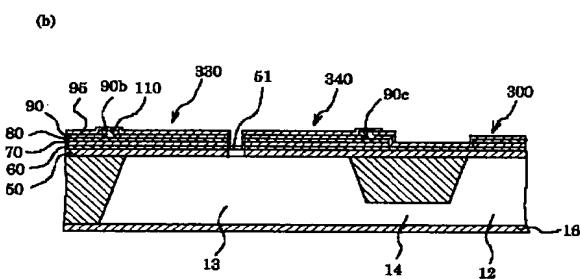
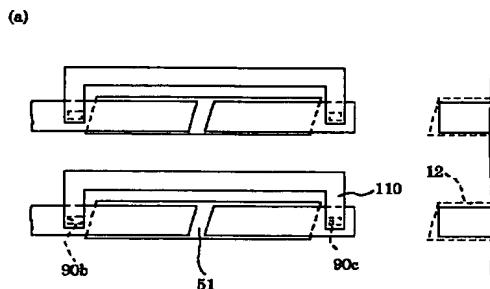
【図2】



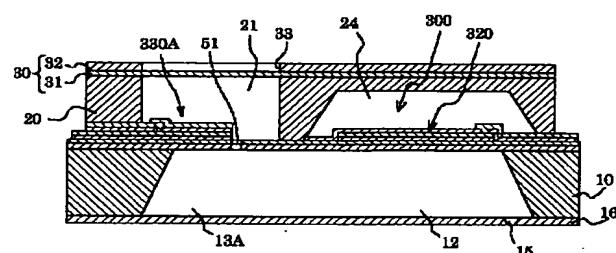
【図4】



【図5】



【図8】



【図9】

